

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

57814 U.S. PTO
08/960224
FI
10/29/97
046916
#2
20f2
20f2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 6 年 1 0 月 2 9 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 8 年特許願第 2 8 6 6 4 2 号

出 願 人

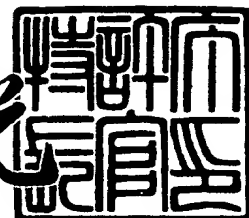
Applicant (s):

日本電気株式会社

1 9 9 7 年 5 月 9 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

荒井 寿光



出証番号 出証特平 0 9 - 3 0 3 2 8 7 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 34802525

【提出日】 平成 8年10月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明の名称】 アクティブマトリクス液晶表示装置

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 西田 真一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 鈴木 照晃

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 鈴木 成嘉

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 渡辺 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 藤巻 江利子

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 平井 良彦

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代表者】 金子 尚志

【代理人】

【識別番号】 100070219

【弁理士】

【氏名又は名称】 若林 忠

【電話番号】 03-3585-1882

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015129

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9114449

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクティブマトリクス液晶表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに透過波長が異なる複数の色層が並列して設けられている第1の基板と、

該第1の基板に対向した状態で前記第1の基板に対して所定の間隔を具備して配置され、所定の電圧が印加された場合に所定の電界を発生させる第2の基板と、

前記第1の基板の前記第2の基板側の面と前記第2の基板の前記第1の基板側の面とによって挟まれた部分に液晶が注入されることにより形成されている液晶層とを有し、

前記第2の基板において発生する電界が前記液晶層に対して略平行であり、該電界によって表示が制御されるアクティブマトリクス液晶表示装置において、

前記液晶層の厚さは、前記色層における透過波長によってそれぞれ異なることを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示装置。

【請求項2】 請求項1に記載のアクティブマトリクス液晶表示装置において、

前記液晶層は、前記色層における透過率が前記色層の透過スペクトルにおけるピーク時の70%以上となる波長領域から選択された1つの波長に比例した厚さを有することを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のアクティブマトリクス液晶表示装置において、

前記第2の基板は、

前記色層毎に対応して設けられ、前記所定の電圧が印加される複数の画素電極と、

前記色層毎に前記画素電極に平行して設けられ、前記画素電極に電圧が印加された場合に前記画素電極との間に前記電界が発生する複数の対向電極とを有し、

前記画素電極と前記対向電極との距離が、前記色層によってそれぞれ異なることを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示装置。

【請求項4】 請求項3に記載のアクティブマトリクス液晶表示装置において、

前記第1の基板は、前記第2の基板側の面に、前記色層からの不純物溶出を防ぐ保護層が設けられていることを特徴とするアクティブマトリクス液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、透明絶縁性基板によって液晶が挟まれている構造のアクティブマトリクス液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

薄膜電界効果型トランジスタ（以下、TFTと称す）が画素のスイッチング素子として用いられているアクティブマトリクス液晶表示パネル（以下、AMLCDと称す）においては、高品位の画質を有し、携帯型コンピュータの表示デバイスあるいは最近では省スペースのデスクトップコンピュータのモニターとして幅広く利用されている。

【0003】

近年、液晶表示の高画質化を目的として、視野角特性を向上させるために、横方向電界を利用したいわゆるインプレインスイッチングモードと呼ばれる表示方法が提案されている（例えば、アジアディスプレイ'96）。

【0004】

これは、画素電極と対向電極とを互いに平行に形成し、これらの間に電圧を印加して、液晶層面内に平行な電界を形成することにより、液晶のダイレクタの向きを変化させ、それによって透過光量を制御するものである。

【0005】

この液晶表示方式においては、ダイレクタが液晶層面内にほぼ平行な向きにのみ動くので、TNモードの場合のように、ダイレクタが液晶層面内からはずれて立ち上がることにより、透過光量と印加電圧との関係が、ダイレクタの方向から

見込んだときと液晶層の法線方向から見込んだときとで大きく異なってしまうといった問題は生じず、非常に広い視角内において、どの角度から見てもほぼ同様な画像を得ることができる。

【0006】

図9は、良好な表示特性を示す横方向電界駆動による液晶表示方式を説明するための図である。

【0007】

上述した表示方式においては、液晶層の初期配向状態と偏光板の設定の仕方とによっていくつかの方式が提案されているが、このうち図9に示すように、液晶層が両側基板で同一方向に注入され、初期配向状態においてはその方向に均一にダイレクタを配向させ、これを挟んでクロスニコルを形成する2枚の偏光板のうち片方の偏光板を初期状態におけるダイレクタの方向に配向させることにより、電圧無印加の状態では黒表示とし、電圧印加によりダイレクタの向きを回転させ、それにより白表示を得る方式が、黒レベルを安定して低くすることができる点において有利とされている。

【0008】

上述した表示方式における表示モードでは、ダイレクタの回転角 ϕ に対応して、次式に基づいて正面から入射する光の透過率 T が与えられる。

【0009】

$$T = \sin^2(2\phi) \cdot \sin^2(\pi \cdot \Delta n d_{\text{eff}} / \lambda) \quad (1)$$

ここで、 d_{eff} は、液晶ダイレクタが中央部で大きく、基板界面で固定され、ツイスト変形されることを考慮した時の回転変形を受ける液晶層厚の実効値であり、実際の液晶層厚よりも小さい。

【0010】

例えば、 $4.5 \mu\text{m}$ 厚の液晶セルを構成し、誘電率異方性 $\Delta n = 0.067$ を有する液晶を注入し、横方向電界印加により $\phi = 45^\circ$ に相当する変形を誘起した場合、(1)式に示すように、透過率は波長依存性を有し、はば $\lambda = 550 \text{ nm}$ で極大値を有することが実験的に確認されている。このことから逆に、(1)式を用いて、 $d_{\text{eff}} = 4.1 \mu\text{m}$ であることが推定され、他の波長に対する透過

率は(1)式に $d_{\text{eff}} = 4.1 \mu\text{m}$ を代入することにより得られる値とほぼ一致する。

【0011】

この時、青のカラーフィルターによって選択される代表的波長 460 nm と、赤のカラーフィルターによって選択される代表的波長 620 nm との間では、(1)式で与えられる透過率は、その最大値の10%未満で変化するが、特別な処理を施さなくても、正面から見た場合、顕著な色付きが発生することはない。さらに色純度を要求する場合には、カラーフィルターの透過率やバックライト光のスペクトルを調整することにより、RGBのカラーフィルターからの透過光のバランスをとることが可能である。

【0012】

ここで、横電界印加によりダイレクタをほぼ 45° 回転させて白表示を行った時に、回転したダイレクタに対して垂直な方向から基板を斜めに見込んだ場合について考えてみる。

【0013】

図10は、斜め入射に伴う液晶中の光の通過を説明するための図であり、(a)は基板に対して斜め方向から見た図、(b)は基板に対して平行方向から見た図である。

【0014】

液晶セルを斜めに通過する光の透過率においては、厳密には(1)式では表されないが、液晶中を通り抜ける際に常光と異常光との間でリターデーションを発生させることにより、光がクロスニコルを透過するという点については本質的に同じである。従って、(1)式右辺の第2因子の d_{eff} を、実効的に回転した液晶層を光線が通り抜ける際の光路長 L で置き換えた

$$f = \sin^2(\pi \cdot \Delta n L / \lambda) \quad (2)$$

が透過光強度を支配する重要な因子となる。

【0015】

正面から見た場合には、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ に対応する緑色の光では、透過率スペクトルが極大値を有することから

$$\pi \cdot \Delta n d_{\text{eff}} / \lambda = \pi / 2 \quad (3)$$

であり、(2)式の因子fは1である。

【0016】

図10に示すように、ダイレクタに対して垂直な方向で基板に対して斜めの方向から見ると、透過光が感じる屈折率異方性 Δn は、液晶のダイレクタの方向に長軸を有する屈折率回転楕円体を光線の波面で切断した際の断面に相当する楕円の長軸と短軸との長さの差になる。この場合、波面は楕円体の長軸を含むので、基板の法線方向からの傾き角 θ によらず、光が感じる Δn は一定となる。一方、傾き角 θ が増大すると、実効的光路長Lが増大する。従って、傾き角 θ の増大とともに、 $\pi \cdot \Delta n L / \lambda$ は $\pi / 2$ より徐々に大きくなり、(2)式で与えられる因子fが減少し、これを反映して透過率Tも減少する。

【0017】

$\lambda = 610 \text{ nm}$ に対応する赤色の光では、正面で、

$$\pi \cdot \Delta n d_{\text{eff}} / \lambda < \pi / 2 \quad (4)$$

となり、因子fは1より小さい。 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の場合と同じ理由により、 $\pi \cdot \Delta n L / \lambda$ は θ の増大とともに大きくなり、一度 $\pi / 2$ に等しくなった後、さらに $\pi / 2$ を越えて増大していく。これに伴い、fは一度1に等しくなり、その後1より徐々に小さくなるので、透過率Tもこれを反映し、一旦増加した後、徐々に小さくなっていく。

【0018】

一方、 $\lambda = 460 \text{ nm}$ に対応する青色の光では、正面で、

$$\pi \cdot \Delta n d_{\text{eff}} / \lambda > \pi / 2 \quad (5)$$

となり、因子fは1より小さい。 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の場合と同じ理由により、 $\pi \cdot \Delta n L / \lambda$ は θ の増大とともに大きくなり、 $\pi / 2$ からますます遠ざかっていく。これにより、fは1よりますます小さくなる。光路長Lの増大に伴うfの増加率は、

$$\partial f / \partial L = (\pi \cdot \Delta n / \lambda) \cdot \sin (2 \pi \cdot \Delta n L / \lambda) \quad (6)$$

で与えられるので、 $\pi \cdot \Delta n L / \lambda$ が $\pi / 2$ を越えて大きくなればなるほど、急激にfが減少する。従って、 $\lambda = 460 \text{ nm}$ の場合におけるfの減少は、 $\lambda = 5$

50 nmの場合に比べて急激であり、透過率Tも急激に減少するといえる。

【0019】

以上のことから、 θ の増大とともに、青色光が最も速く減少し、緑色光は比較的ゆっくりと減少し、赤色光は一旦増加した後減少していくので、正面では白色光であったものが、 θ の増大とともに赤く色づいてくることになる。

【0020】

このことは、液晶の変形および光学的異方性を考慮したシミュレーションによって、より定量的に確認することができる。

【0021】

図11は、白表示時に光を液晶ダイレクタに垂直な方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる際の傾き角と透過率との関係を示す図である。なお、横軸には傾き角 θ 、縦軸には正面の透過率で規格化された透過率の計算結果が示されている。

【0022】

図11に示すように、 θ の増大とともに透過率は概ね減少し、中でも青色が最も速く減少することが読みとれる。

【0023】

図12は、白表示時に光を液晶ダイレクタと同じ方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる際の傾き角と透過率との関係を示す図である。

【0024】

図12に示すように、白表示におけるダイレクタと同じ方向に視線を傾けていた場合において、同様なシミュレーションを行うと、逆に赤色光の減衰が最も激しいことがわかる。

【0025】

上述した現象は、カラーフィルターが設けられている実際のカラー液晶表示パネルにおいても、全く同様に発生する。実際、上述した液晶セルと同じ条件で作製されたカラー液晶パネルにおいて、斜め方向から見た場合、色づくことが確認された。

【0026】

上述したように、横方向電界を用いて構成したアクティブマトリクス液晶表示装置においては、従来のTNに比べて、より広い視野角において良好な表示特性が得られるものの、方向によっては斜めから見た場合に、顕著な色付きが見られてしまい、このような色付きが発生すると、フルカラーの画像データを表示する際に、原画の持つイメージが著しく損なわれてしまうことになる。

【0027】

一方、カラーフィルターを有する液晶表示パネルにおいて、カラーフィルターの色ごとに液晶層の層厚を変化させる方法が、特開昭60-159831号公報及び特開昭60-159823号公報に開示されている。これらは2枚のガラス基板の間に液晶を挟持させ、液晶の両側の透明電極の間に電圧を印加して、液晶層のアラインメントを変化させる表示方式、中でもツイステッドネマティック(TN)モードの液晶表示装置についての提案であり、しかもその正面から見た時の特性を最適化する方法に関するものである。これらは、後に説明するように、TN方式に比して圧倒的に優れた画質を有する横電界表示方式において、斜め入射に伴う色付きを抑制するために行った本発明とは、構造・目的・原理とも全く異なるものである。

【0028】

また、特開平1-277283号公報及び特開平6-34777号公報において、単純マトリクス駆動に伴う正面の特性を改善するために、液晶層厚を色ごとに最適化させる方法が提案されているものの、同様にして、本発明とは本質的に異なるものである。

【0029】

さらに、特開昭60-159827号公報、特開平2-211423号公報及び特開平7-104303号公報において、カラーフィルターの色ごとに液晶層の厚さを変化させる手法について提案されているが、いずれもTNモードの正面特性を最適化するために提案された構造および作製方法に関するものであり、本発明とは本質的に異なるものである。

【0030】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、横方向電界を用いて構成したアクティブマトリクス液晶表示装置においては、従来のTN方式に比べて、より広い視野角において良好な表示特性が得られるものの、斜めから見た場合、方向によっては顕著な色付きが現られ、それにより、例えば写真のような画像データを取り扱う際に、原画の持つイメージが著しく損なわれてしまうという問題点がある。

【0031】

本発明は、上述したような従来の技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、いずれの方向から見ても色付きのない良好な表示特性を有する横方向電界駆動型のアクティブマトリクス液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明においては、

互いに透過波長が異なる複数の色層が並列して設けられている第1の基板と、

該第1の基板に対向した状態で前記第1の基板に対して所定の間隔を具備して配置され、所定の電圧が印加された場合に所定の電界を発生させる第2の基板と

、
前記第1の基板の前記第2の基板側の面と前記第2の基板の前記第1の基板側の面とによって挟まれた部分に液晶が注入されることにより形成されている液晶層とを有し、

前記第2の基板において発生する電界が前記液晶層に対して略平行であり、該電界によって表示が制御されるアクティブマトリクス液晶表示装置において、

前記液晶層の厚さは、前記色層における透過波長によってそれぞれ異なることを特徴とする。

【0033】

また、前記液晶層は、前記色層における透過率が前記色層の透過スペクトルにおけるピーク時の70%以上となる波長領域から選択された1つの波長に比例した厚さを有することを特徴とする。

【0034】

また、前記第2の基板は、

前記色層毎に対応して設けられ、前記所定の電圧が印加される複数の画素電極と、

前記色層毎に前記画素電極に平行して設けられ、前記画素電極に電圧が印加された場合に前記画素電極との間に前記電界が発生する複数の対向電極とを有し、
前記画素電極と前記対向電極との距離が、前記色層によってそれぞれ異なることを特徴とする。

【0035】

また、前記第1の基板は、前記第2の基板側の面に、前記色層からの不純物溶出を防ぐ保護層が設けられていることを特徴とする。

【0036】

(作用)

横方向電界駆動型の液晶表示装置において、斜め方向から見た時に色付きが発生する原因は、(2)式で定義される因子 f が、光線が垂直に入射する場合と斜めから入射する場合とで変化する際に、その変化の様子が、 λ によって異なることに起因している。

【0037】

このような色付きが問題視されるような高品位のカラー液晶表示装置においては、ほとんどの場合、カラーフィルターが用いられている。

【0038】

図4は、カラーフィルターの透過率スペクトル特性の一例を示す図である。

【0039】

図4に示すように、カラーフィルターは、RGBの3原色に対応するある限られた波長領域を選択的に透過させる。図4に示すカラーフィルターにおける透過率スペクトルのピークは、青で460nm、緑で540nm、赤で640nm付近である。また、それぞれのピークの70%以上の透過率を有する波長領域は、青で420～500nm、緑で510～580nm、赤で590nm以上である。これらの波長領域においては、入射した光の70%以上がカラーフィルターを透過するので、いずれも表示特性に重要な影響を与える。

【0040】

そこで、バックライトの放射スペクトルや視感度等を考慮して、設計上、上記波長領域の中からある一つの波長を代表として、これについて透過率等の検討を行えば、上記波長領域内の任意の波長に対する透過率等の値は、カラーフィルターの透過率についての換算の範囲内で、ほぼ等しくなる。

【0041】

通常は、青のカラーフィルタに対して $\lambda_B = 460 \text{ nm}$ 、緑のカラーフィルタに対して $\lambda_G = 550 \text{ nm}$ 、赤のカラーフィルタに対して $\lambda_R = 610 \text{ nm}$ が各々の透過波長領域のほぼ中央に位置しているため、これらを代表的値とすることが多い。

【0042】

以下の説明においても、上述した値を代表値として説明を進めるが、必ずしもこの値にこだわる必要はない。

【0043】

まず、選択された波長 λ_R 、 λ_G 、 λ_B に対して、各々カラーフィルタに対応する画素の液晶層の厚さを d_R 、 d_G 、 d_B を

$$d_R / \lambda_R = d_G / \lambda_G = d_B / \lambda_B \quad (7)$$

となるように定める。

【0044】

この時、正面入射に対するRGBそれぞれの f 因子は、

$$f_R = \sin^2(\pi \cdot \Delta n d_{\text{Reff}} / \lambda_R) \quad (8)$$

$$f_G = \sin^2(\pi \cdot \Delta n d_{\text{Geff}} / \lambda_G) \quad (9)$$

$$f_B = \sin^2(\pi \cdot \Delta n d_{\text{Beff}} / \lambda_B) \quad (10)$$

となる。ここで、横方向電界によって回転する液晶層の実効的な厚さ d_{Reff} 、 d_{Geff} 、 d_{Beff} と、セルギャップ d_R 、 d_G 、 d_B とは、次式に示す関係がある。

【0045】

$$d_{\text{Reff}} / d_R = d_{\text{Geff}} / d_G = d_{\text{Beff}} / d_B \quad (11)$$

(7) 式～(11) 式を用いることにより、

$$f_R = f_G = f_B \quad (12)$$

となる。

【0046】

一方、白表示状態において、図10に示すようにダイレクタに垂直な方向から斜めに基板を見込むと、光線が感じる屈折率異方性 Δn は変化せず、光路長 L のみが次式に従って増大する。

【0047】

$$L_R = d_{\text{Reff}} / \cos(\theta') \quad (13)$$

$$L_G = d_{\text{Geff}} / \cos(\theta') \quad (14)$$

$$L_B = d_{\text{Beff}} / \cos(\theta') \quad (15)$$

ここで、 θ' は液晶中を光が進行する方向と基板法線とのなす角で、厳密には屈折率の波長依存性がある場合に色ごとに異なるが、この波長依存性は微小であるので、ほぼ一定として取り扱ってよい。斜め入射時の f 因子をRGBに対してそれぞれ、 f'_R 、 f'_G 、 f'_B とすると、(2)式の f の定義および(7)，(11)，(13)，(14)，(15)式から、

$$f'_R = f'_G = f'_B \quad (16)$$

となる。従って、傾き角 θ が変化することにより、因子 f の値自体は変化するものの、異なる波長に対しても全く同じ値をとるので、色付きが発生しないことになる。

【0048】

以上、基板を見込む方向を液晶のダイレクタに垂直な方向に傾ける場合について説明したが、他のあらゆる方向においても、光路長と波長との比が波長によらず一定であるので、どの方向から見ても(16)式が成立することになり、色付きは発生しない。

【0049】

このことは、シミュレーションにより定量的に確認できる。

【0050】

図5は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置において白表示時に光を液晶ダイレクタに垂直な方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる時の傾き角と透過率との関係を示す図であり、図6は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置において白表示時に光を液晶ダイレクタに同じ方向でかつ、基板

に対して斜め方向から入射させる時の傾き角と透過率との関係を示す図である。
 なお、図5及び図6においては、カラーフィルターの色ごとに液晶層の厚さを変化させた液晶表示装置において白表示を行った場合を仮定し、RGB各々のカラーフィルターを代表する610nm、550nm、460nmの波長を有する光に対して、光線の傾き角 θ と透過率との関係を計算により求めたもので、横軸は入射光の基板法線からの傾き角、縦軸には正面透過率で規格化した透過率を表す。ここで、RGBに対応する液晶層の厚さは、それぞれ5.0 μ m、4.5 μ m、3.8 μ mとし、横方向電界による液晶の回転角をRGBで一定とするために、印加する横方向電界強度は液晶層の厚さに反比例させるようにした。

【0051】

光線を傾けていく方位は図5においては回転した液晶ダイレクタに垂直な向き、図6においては回転した液晶ダイレクタと同じ向きにそれぞれとった。

【0052】

図5及び図6から明らかなように、傾き角 θ を変化させることにより透過率は変化するが、各々のカラーフィルターを代表する波長に対しては、同一の振る舞いを示す。従って、色付きが全く発生しないことが、シミュレーションによっても確認することができた。

【0053】

液晶層の厚さを、対応するカラーフィルターの色ごとに変化させた場合、ある一定の角度だけ液晶のダイレクタを回転させるために必要な横方向電界の強度は、液晶層の厚さに反比例する。従って、白表示を得ようとする場合に印加しなければならない横方向電界の強さはRGBに対して、3.8:4.5:5.0の比率となる。このため、画素電極と対向電極との距離を10 μ mにとると、白表示を行う際の画素電極と対向電極との電位差は、赤色で5.5V、緑色で6.0V、青色で7.0Vとなった。

【0054】

このように色ごとに異なる電圧を供給するシステムは、回路の複雑度が増し、駆動系のコスト増を招く。そこで、画素電極と対向電極との間を、赤で11 μ m、緑で10 μ m、青で8.5 μ mと色ごとに変化させることにより、全ての色に

対応する画素に対して一律の6Vを印加することで、良好な白表示を得ることができる。

【0055】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0056】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の第1の実施の形態を示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【0057】

本形態を図1を用いて説明すると、画素を構成する画素電極3は、走査線16をゲート電極とする薄膜トランジスタのソース電極に接続されており、薄膜トランジスタのドレイン電極は信号線1に接続されている。また、画素電極3は、信号線1と平行に長手方向を有し、対向電極バスライン17で接続された対向電極2を有する。

【0058】

液晶層4は、2枚のガラス基板10の間に挟持されており、両基板界面には配向膜23が配され、これが同一方向にラビングされることにより、図1(b)のラビング方向24に均一に配向されている。

【0059】

2枚のガラス基板10のそれぞれの外側に配された偏光板5は、偏光軸が互いに直交しており、片方の偏光軸は液晶層4の初期配向方向に一致している。

【0060】

上記のように構成された横方向電界型の液晶表示装置においては、画素電極3と対向電極2との間の電位差が0の場合、黒表示であり、電位差を増加させていくと液晶層4が回転して複屈折が生じ、透過率が上昇して、液晶層4が約45°回転した時、最も輝度が上昇する。

【0061】

対向基板上に、赤、緑、青の色を選択的に透過させる色層6、7、8と、有効

な表示制御が行われる表示部以外からの光の漏洩を抑止するために設けられているブラックマトリクス9とからなるカラーフィルターが配置されている。

【0062】

それぞれの画素においては、カラーフィルターの選択する色に応じて、液晶層4のセル厚を変化させ、赤に対しては d_R 、緑に対しては d_G 、青に対しては d_B となるようにする。この時、各カラーフィルターを代表させる波長として、赤で λ_R 、緑で λ_G 、青で λ_B をとったとすると、これに対応して、各色に対応する液晶層4の層厚は次式を満たすように決定される。

【0063】

$$d_R/\lambda_R = d_G/\lambda_G = d_B/\lambda_B \quad (17)$$

図2は、液晶層厚を制御する方法を説明する図であり、(a)はスペーサを具備したカラーフィルターの断面図、(b)はアクティブマトリクス基板と組み合わせた図、(c)はオーバーコート層を設けた場合の断面図、(d)は粒状スペーサを設けた場合の図である。

【0064】

このように、液晶層4のセル厚を、対応するカラーフィルターの色ごとに変化させるため、図2(a)に示すようなスペーサ26を具備したカラーフィルター基板とTFTアレイが形成された基板とを図2(b)に示すように組み合わせ、両基板の間に液晶を封入してパネルを形成した。なお、スペーサ26は走査線16と信号線1との交差部に対応する対向基板上のブラックマトリクス9上に形成される。これにより、図2(b)のように両基板を組み合わせた状態においては、図1(b)に示したようなスペーサ接触部14を有することになる。

【0065】

液晶層4の厚さにおいては、カラーフィルターの各色層の透過率を、図4に示すような透過率特性を示す通常のカラーフィルターと同一に保ったまま、色層の膜厚のみを変化させ、(17)式を満たすようにした。ここで、スペーサ26の高さを t_s 、ブラックマトリクス9の厚さを t_M 、走査線16および信号線1それぞれの厚さを t_v 、 t_H とすると、RGB各色層の膜厚を t_R 、 t_G 、 t_B として、

$$t_s + t_M + t_v + t_H = t_R + d_R = t_G + d_G = t_B + d_B \quad (18)$$

を満たすように、色層の膜厚を制御した。この時、色層の膜厚に応じて、色層に分散させる顔料の濃度を調節することになる。

【0066】

また、図2（a）に示すカラーフィルタの上には、図2（c）に示すように色層からの不純物溶出を避けるために薄いオーバーコート層を形成することも可能である。

【0067】

さらに、両基板を平行に一定の間隔を持たせて構成するには、スペーサ付きのカラーフィルタを用いる代わりに、図2（d）に示すように均一に散布された粒状のスペーサ25により行うことも可能である。

【0068】

また、本形態においては、スペーサ26を走査線16と信号線1との交差部に設けたが、必ずしもこの位置に設ける必要はなく、基板を一定の間隔で保つことができれば、画素内のどこに設けてもよいが、表示に影響を与えない位置であり、ブラックマトリクス9で覆われている位置が好ましい。その場合、配線や絶縁膜のパターンによって、スペーサ26で形成される液晶層の厚さが、若干変化するるので、これに応じたスペーサ26の高さの設計が必要である。

【0069】

（第2の実施の形態）

図3は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の第2の実施の形態を示す図であり、（a）は断面図、（b）は平面図である。

【0070】

本形態は図3に示すように、赤に対応する画素19と、緑に対応する画素20と、青に対応する画素21とで、画素電極3と対向電極2との間の距離を変化させてあることと、開口率調整部分22が存在することを除いては、第1の実施の形態と全く同じである。

【0071】

図3に示すように画素電極3と対向電極2との距離を変化させたことにより、液晶層4厚の変化に起因して、液晶層4を回転させるために必要な横方向電界強

度が色毎で異なってくるのを、同じ電位を印加することによって実現することができ、駆動が容易になる。

【0072】

また、開口率調整部分22においては、不透明金属層で、対向電極2と同層もしくは画素電極3と同層で形成され、画素電極3と対向電極2との距離を変化させたことによって、画素電極3と対向電極2とに挟まれた有効な表示エリアの1画素に占める割合、すなわち開口率が、画素ごとで変化してしまうことを防ぐために設けられており、画素電極3と対向電極2との間の距離が、赤に対応する画素19で最も長く、緑、青の順に短くなっているため、赤に対応する画素19において面積が最も大きく、緑ではやや小さくなり、青に対応する画素21では存在しない。

【0073】

他の構成要件に関しては、第1の実施の形態と全く同じである。

【0074】

【実施例】

以下に、上述した実施の形態における一実施例について、その作製方法を踏まえて、具体的数値を用いて詳細に説明する。

【0075】

まず、最初に第2の基板であるアクティブマトリクス基板の製造方法について説明する。

【0076】

透明ガラス基板10上に、走査線1、対向電極2及び対向電極バスライン17となる金属層としてCr膜を150nm堆積させ、これをパターニングする。

【0077】

次に、ゲート絶縁膜11として、窒化シリコン膜を400nm厚、ノンドーブ非晶質シリコン膜を350nm厚、n型非晶質シリコン膜を30nm厚、連続して堆積させる。

【0078】

次に、n型非晶質シリコン層とノンドーブ非晶質シリコン層とを島状非晶質シ

リコン18のパターンにしたがって形成する。

【0079】

次に、信号線1及び画素電極3となる金属層として、Cr膜を150nm厚堆積させ、これをパターン形成する。

【0080】

次に、保護絶縁膜12を形成し、周辺端子部において、これを除去することによりTFTアレイを完成させる。この時、画素電極3及び対向電極2のパターンにおいては、図1に示すように、全ての色に対応する画素でその間の距離が10 μ mで一定となるようにした。

【0081】

次に、第1の基板であるカラーフィルター基板の製造方法について説明する。

【0082】

透明ガラス基板に、カーボンを含む1.0 μ m厚の感光性ポリマーを形成し、フォトリソグラフィ技術でブラックマトリクス層9を設ける。

【0083】

次に、赤色顔料を含む感光性ポリマーを基板上に形成し、フォトリソグラフィ技術によって、赤色フィルタ形成領域以外の領域に形成されている感光性ポリマーを除去し、赤色フィルタ6を形成する。

【0084】

次に、同様な工程を施すことによって、緑色フィルタ7、青色フィルタ8を順次形成する。

【0085】

このようにして作製したカラーフィルターにおいては、図4に示される透過率スペクトルと有していた。

【0086】

次に、スペーサの形成方法について説明する。

【0087】

図7は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置に設けられるスペーサの一構成例を示す図である。

【0088】

図7に示すように、スペーサ26は、全ての色層を積層した形で形成した。このようにするとスペーサの高さ t_s は、

$$t_s = t_R + t_G + t_B \quad (19)$$

となる。走査線16及び信号線1の厚さはそれぞれ $0.15\mu\text{m}$ であることおよび(18)式に示す関係を考慮することにより、RGB各色層の厚さ t_R 、 t_G 、 t_B を $0.96\mu\text{m}$ 、 $1.45\mu\text{m}$ 、 $2.15\mu\text{m}$ とすることにより、各色に対応する画素における液晶層4の厚さは、赤で $5.0\mu\text{m}$ 、緑で $4.5\mu\text{m}$ 、青で $3.8\mu\text{m}$ となった。

【0089】

これらの液晶層4の厚さは、図4に示すカラーフィルターの透過率スペクトルから、各カラーフィルターを代表させる波長として選んだ $\lambda_B = 460\text{nm}$ 、 $\lambda_G = 550\text{nm}$ 、 $\lambda_R = 610\text{nm}$ に対して、波長と液晶層の厚さの比がカラーフィルターの色毎でほぼ同一となっている。

【0090】

このようにして作製したカラーフィルター上に、オーバーコート層13を $0.1\mu\text{m}$ の厚さで形成した。

【0091】

以上のようにして作製されたアクティブマトリクス基板及びカラーフィルター基板に対して、両側基板上に配向膜23を塗布して、これを図1に示すラビング方向24にラビングし、これらを貼り合わせて、周辺をシール材で固定し、これに液晶注入を行い、封止し、液晶パネルを形成する。

【0092】

上記のように作製された液晶パネルにおいては、カラーフィルターを代表する波長と液晶層の厚さの比がそれぞれのカラーフィルタの色でほぼ一定となっているので、前述の原理が当てはまり、色付きのない良好な表示特性を得ることができた。

【0093】

上記実施例においては、カラーフィルター上に、オーバーコート層を設けたが

、色層の安定性が十分高ければ、特に設ける必要はない。

【0094】

また、上記実施例においては、カラーフィルターの色層を積層させることにより、スペーサ26を形成したが、別層を形成して、フォトリソグラフィ技術によりスペーサ26を形成することも可能である。さらに、これらを組み合わせて、色層と別層を積層させてスペーサ26を形成することも可能である。

【0095】

また、スペーサ26をカラーフィルターに設けるのではなく、図2(d)に示すように、液晶を組み合わせる際に、この間に粒状のスペーサを散布し、これにより液晶層厚を制御することも可能である。

【0096】

さらに、上記実施例においては、カラーフィルターの色層の厚さを変化させることにより、各色に対応する液晶層の厚さを変えたが、図8に示すように色層とは別の誘電体層を各色層に積層させて、この誘電体層の厚さを変化させることによっても、各色に対応する液晶層厚を制御することも可能である。

【0097】

図8は、本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の他の実施の形態を示す図である。

【0098】

さらに、同一の作製過程により、画素電極3と対向電極2とのパターン形状を図3に示すように変えた場合は、第2の実施の形態からなる液晶表示パネルを得ることができた。

【0099】

このとき、画素電極3と対向電極2との距離は、赤に対応する画素で $11\mu\text{m}$ 、緑に対応する画素で $10\mu\text{m}$ 、青に対応する画素で $8.5\mu\text{m}$ とした。また、これに伴って画素電極3と対向電極2とに挟まれた有効な表示領域の面積が、色毎に変化することを防ぐため、開口率調整部分22を、赤に対応する画素19と緑に対応する画素20とに設けた。これにより、最大輝度を得るために必要な画素電位と対向電位との差が、第1の実施の形態における実施例では各色ごとで異

なっていたのが、第2の実施の形態における実施例ではすべての色に対応する画素で、6.0V印加で最大揮度を得ることができた。しかも、特別に構造上の細工をすることなく、全ての色で等しい開口率を持たせることができたので、良好な白特性を得ることができた。

【0100】

【発明の効果】

本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0101】

請求項1及び請求項2に記載のものにおいては、液晶層の厚さを、色層における透過波長によってそれぞれ異なるように構成したため、どの方向からみても全く色つきのない、非常に良好な表示を得ることができる。

【0102】

請求項3に記載のものにおいては、画素電極と対向電極との距離を、色層によってそれぞれ異なるように構成したため、上記効果を得るために各色層に対応して画素電極に印加する電圧を全て同じ電圧とすることができ、駆動が容易になる。

【0103】

請求項4に記載のものにおいては、第1の基板の第2の基板側の面に保護層を設けたため、色層からの不純物溶出を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の第1の実施の形態を示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図2】

液晶層厚を制御する方法を説明する図であり、(a)はスペーサを具備したカラーフィルターの断面図、(b)はアクティブマトリクス基板と組み合わせた図、(c)はオーバーコート層を設けた場合の断面図、(d)は粒状スペーサを設けた場合の図である。

【図3】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の第2の実施の形態を示す図であり、(a)は断面図、(b)は平面図である。

【図4】

カラーフィルターの透過率スペクトル特性の一例を示す図である。

【図5】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置において白表示時に光を液晶ダイレクタに垂直な方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる時の傾き角と透過率との関係を示す図である。

【図6】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置において白表示時に光を液晶ダイレクタに同じ方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる時の傾き角と透過率との関係を示す図である。

【図7】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置に設けられるスペーサの一構成例を示す図である。

【図8】

本発明のアクティブマトリクス液晶表示装置の他の実施の形態を示す図である。

【図9】

良好な表示特性を示す横方向電界駆動による液晶表示方式を説明するための図である。

【図10】

斜め入射に伴う液晶中の光の通過を説明するための図であり、(a)は基板に対して斜め方向から見た図、(b)は基板に対して平行方向から見た図である。

【図11】

白表示時に光を液晶ダイレクタに垂直な方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる際の傾き角と透過率との関係を示す図である。

【図12】

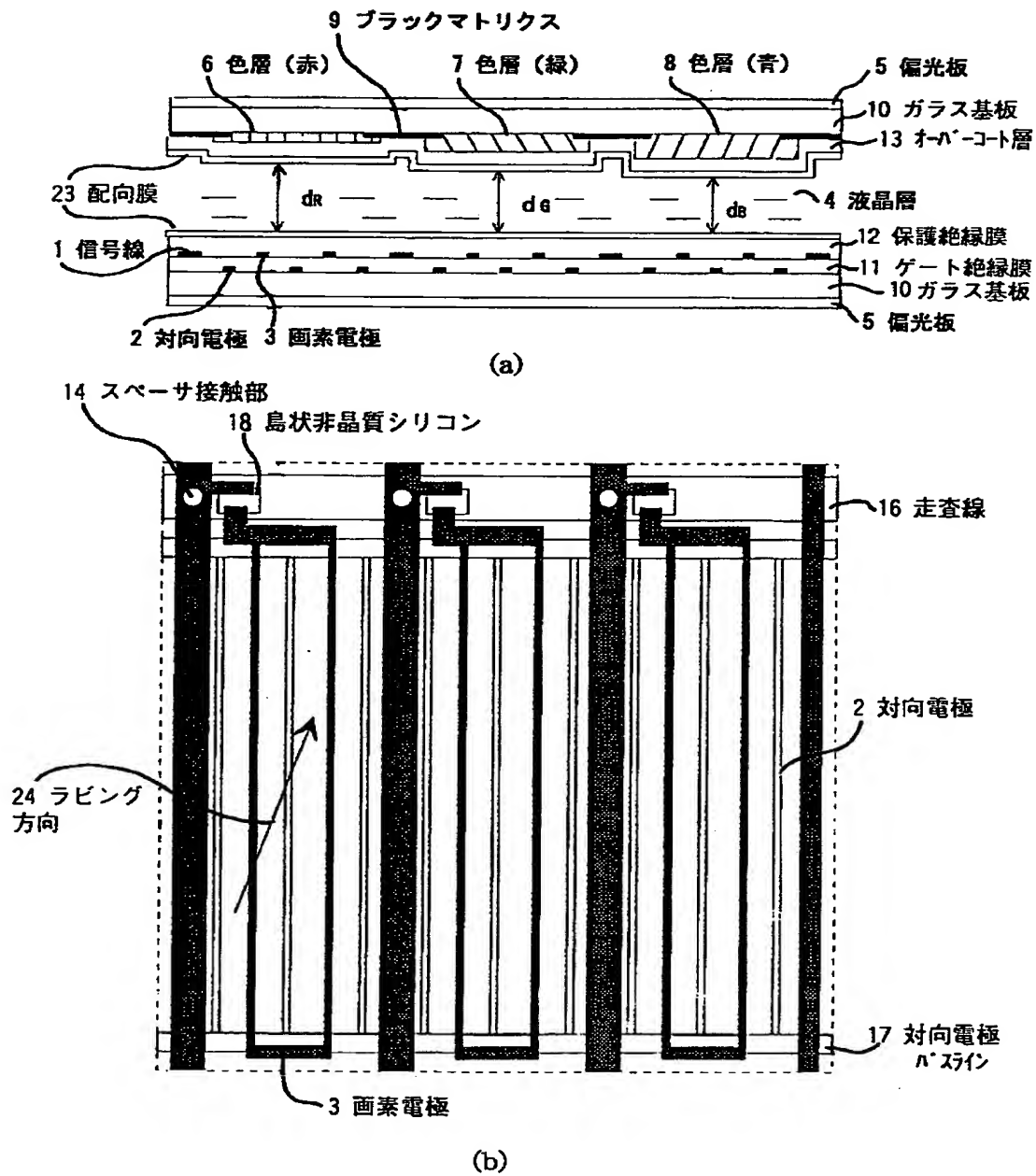
白表示時に光を液晶ダイレクタと同じ方向でかつ、基板に対して斜め方向から入射させる際の傾き角と透過率との関係を示す図である。

【符号の説明】

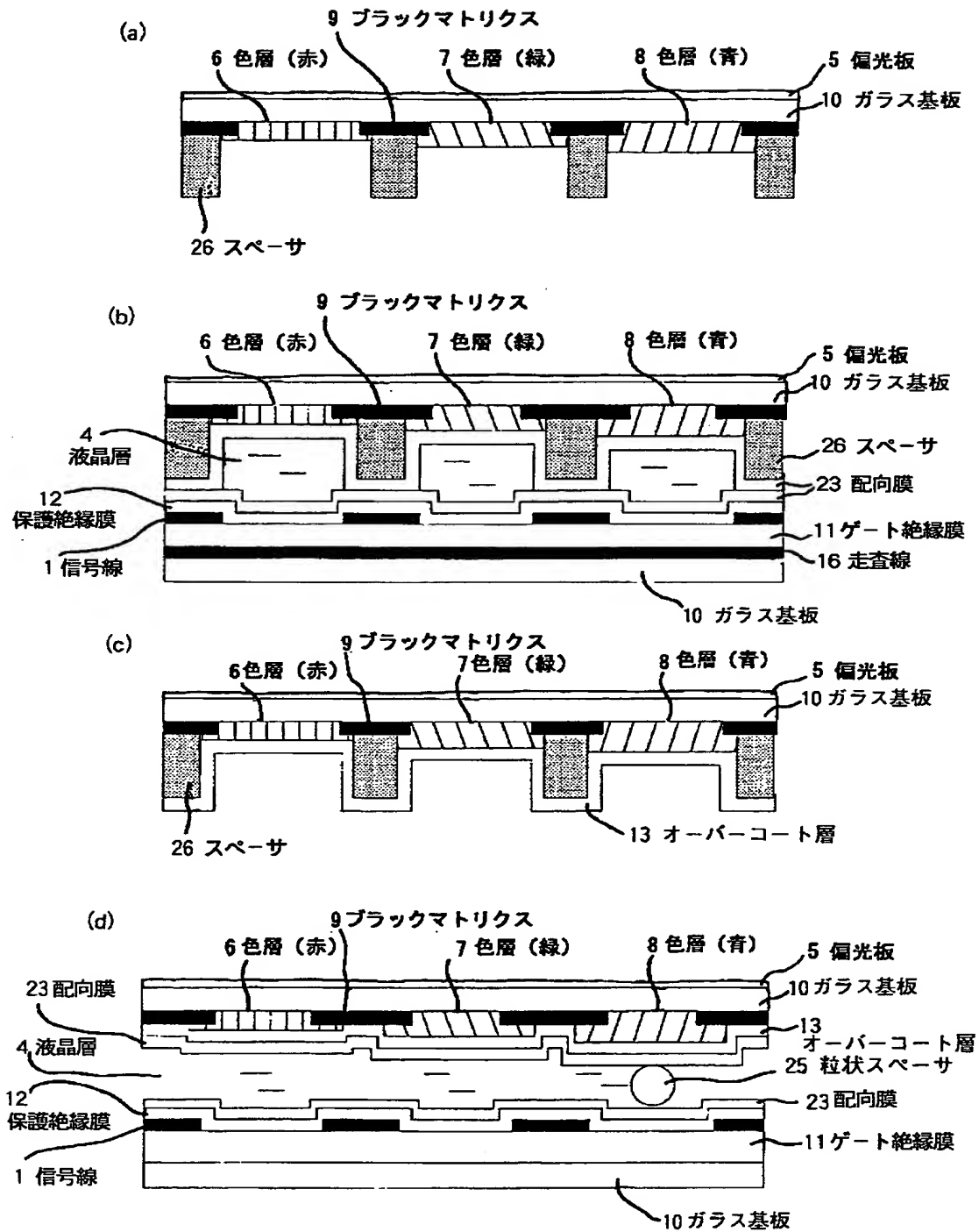
- 1 信号線
- 2 対向電極
- 3 画素電極
- 4 液晶層
- 5 偏光板
- 6 色層（赤）
- 7 色層（緑）
- 8 色層（青）
- 9 ブラックマトリクス
- 10 ガラス基板
- 11 ゲート絶縁膜
- 12 保護絶縁膜
- 13 オーバーコート層
- 14 スペーサ接触部
- 15 誘電体層
- 16 走査線
- 17 対向電極バスライン
- 18 島状非晶質シリコン
- 19 赤に対応する画素
- 20 緑に対応する画素
- 21 青に対応する画素
- 22 開口率調整部分
- 23 配向膜
- 24 ラビング方向
- 25 粒状スペーサ
- 26 スペーサ

【書類名】 図面

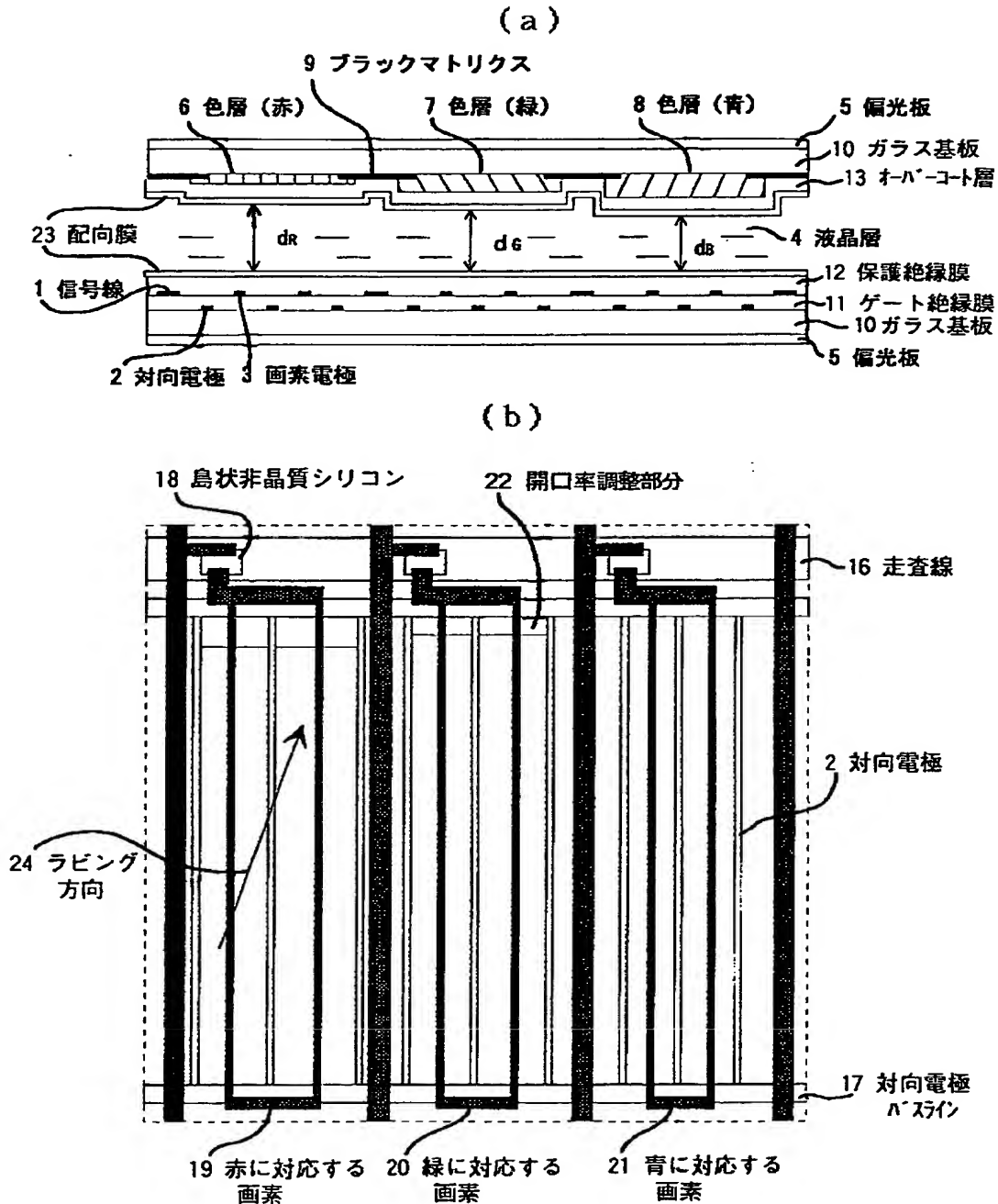
【図1】



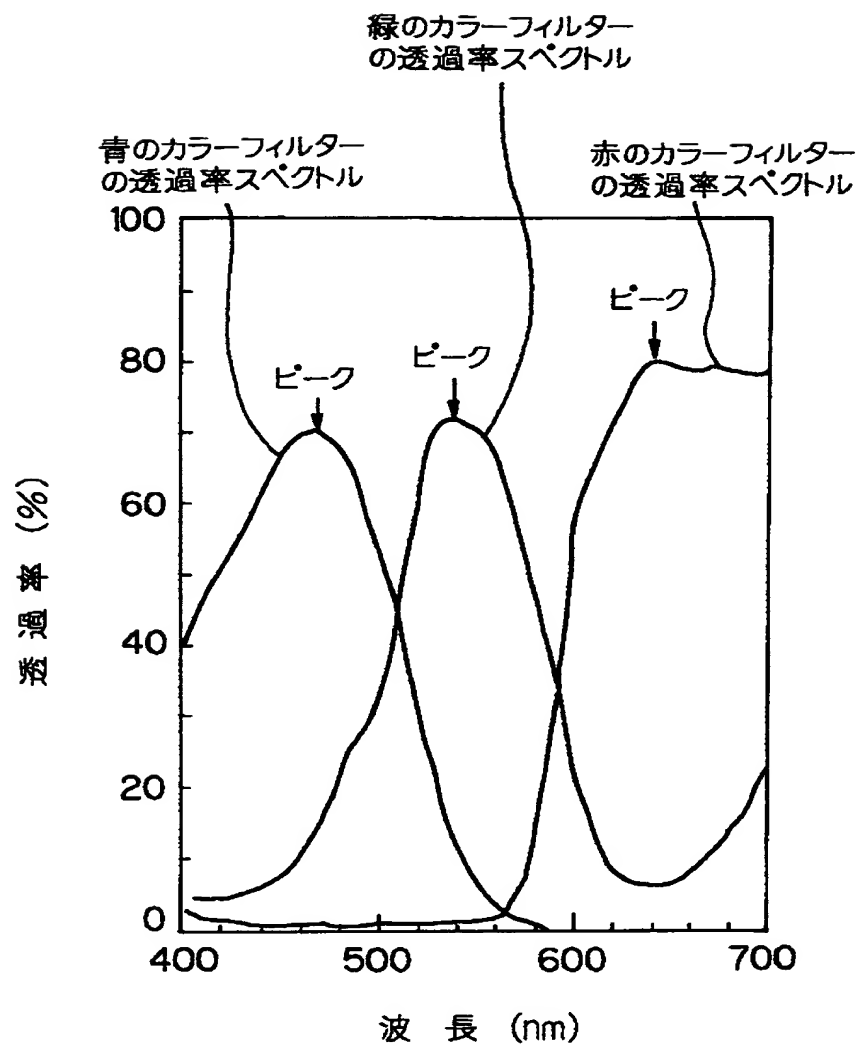
【図2】



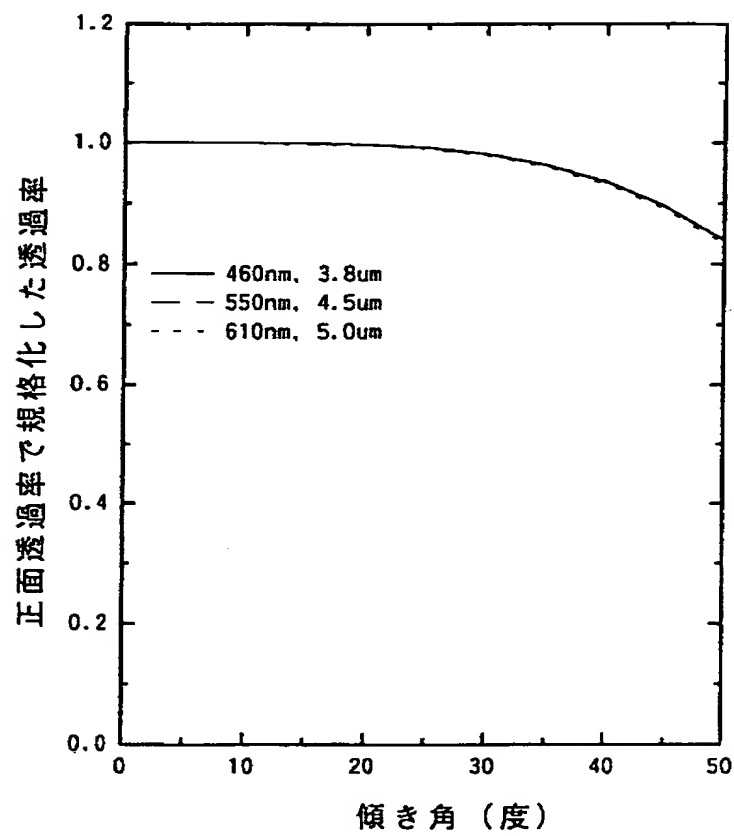
【図3】



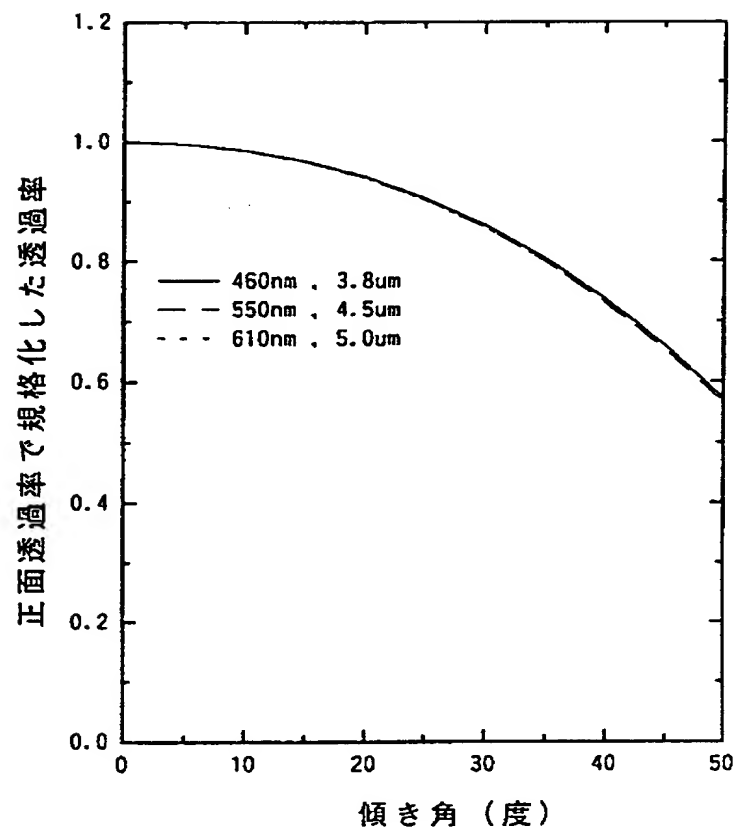
【図4】



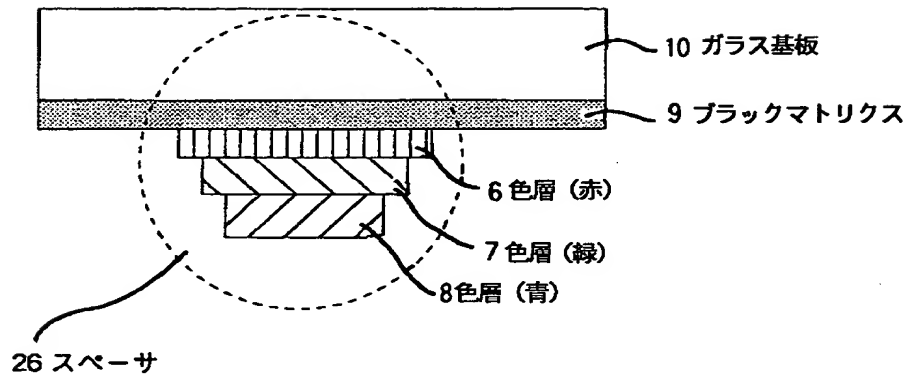
【図5】



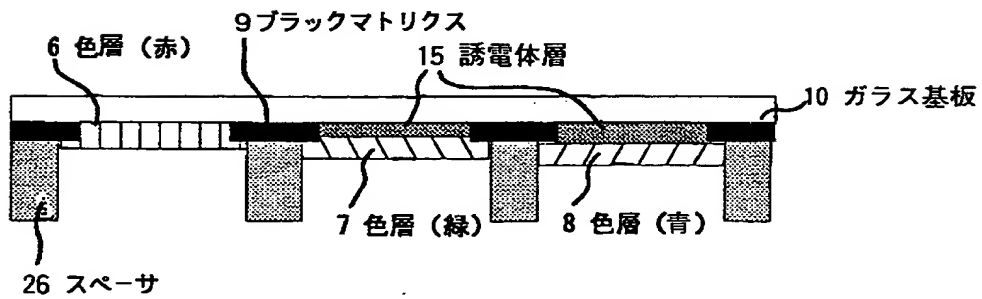
【図6】



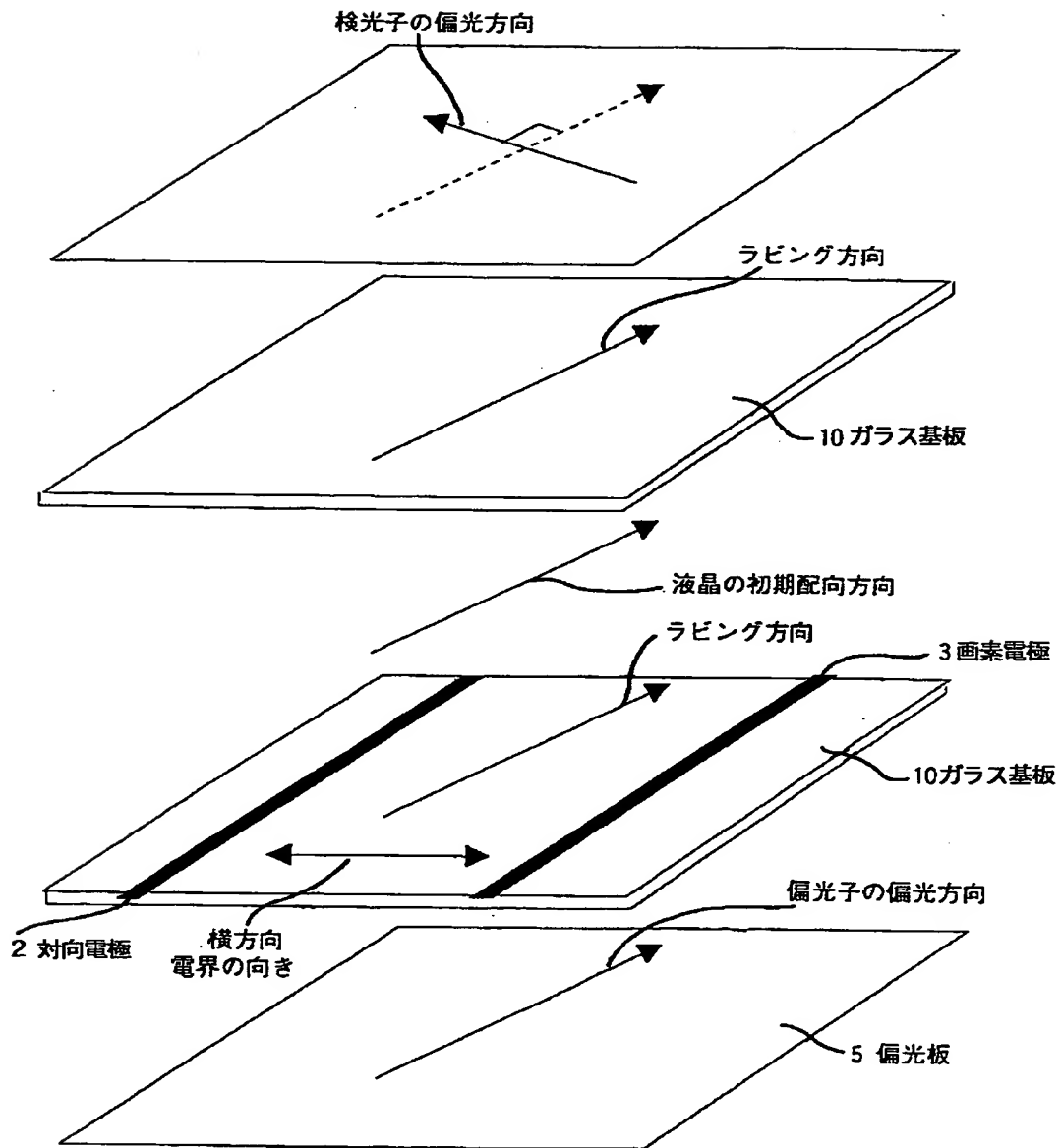
【図7】



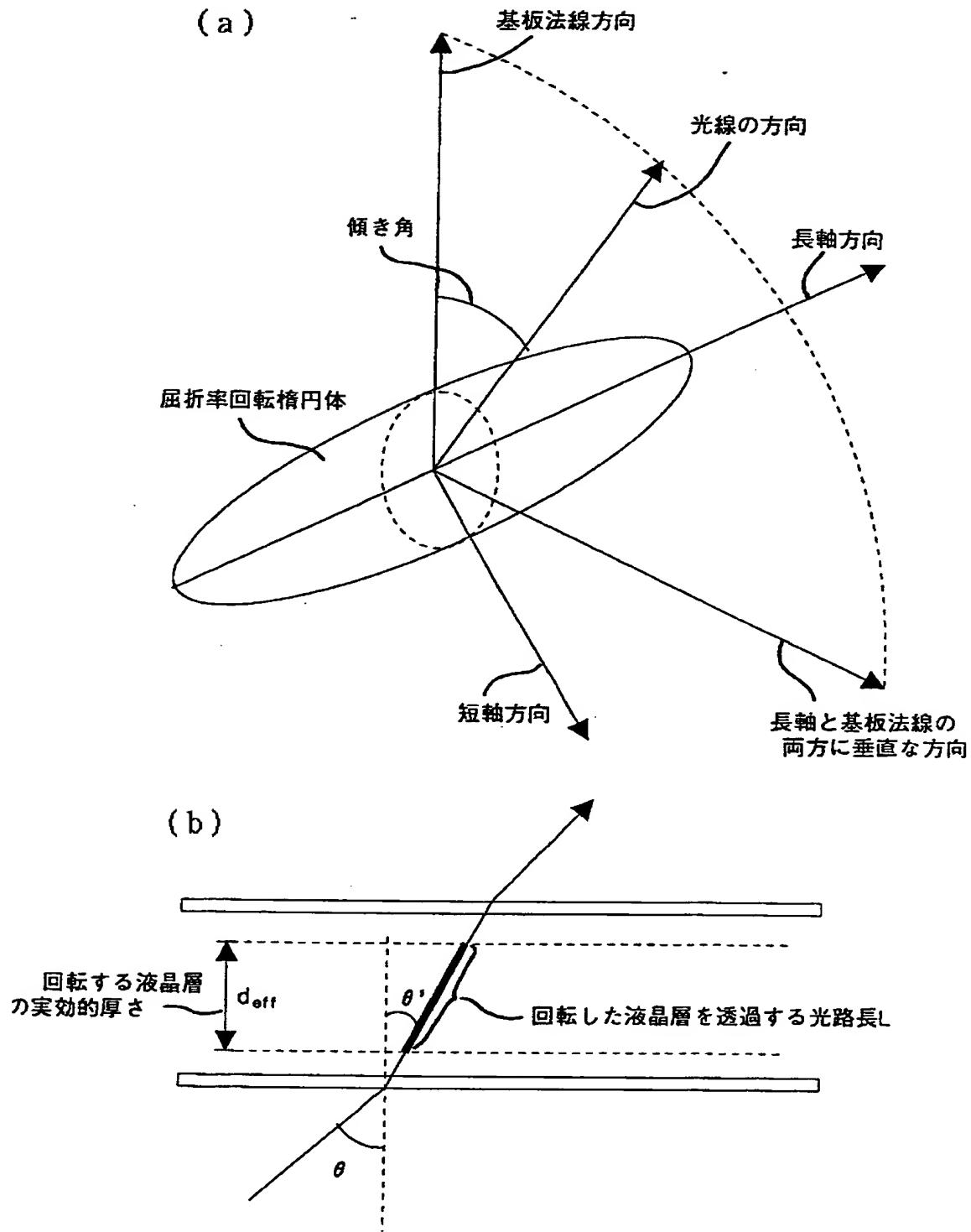
【図8】



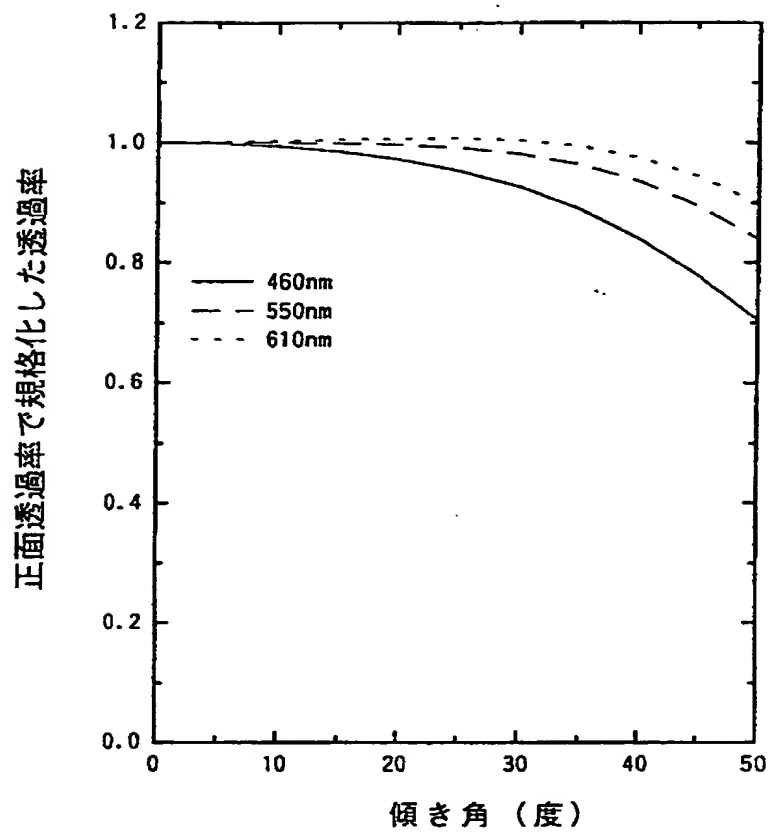
【図9】



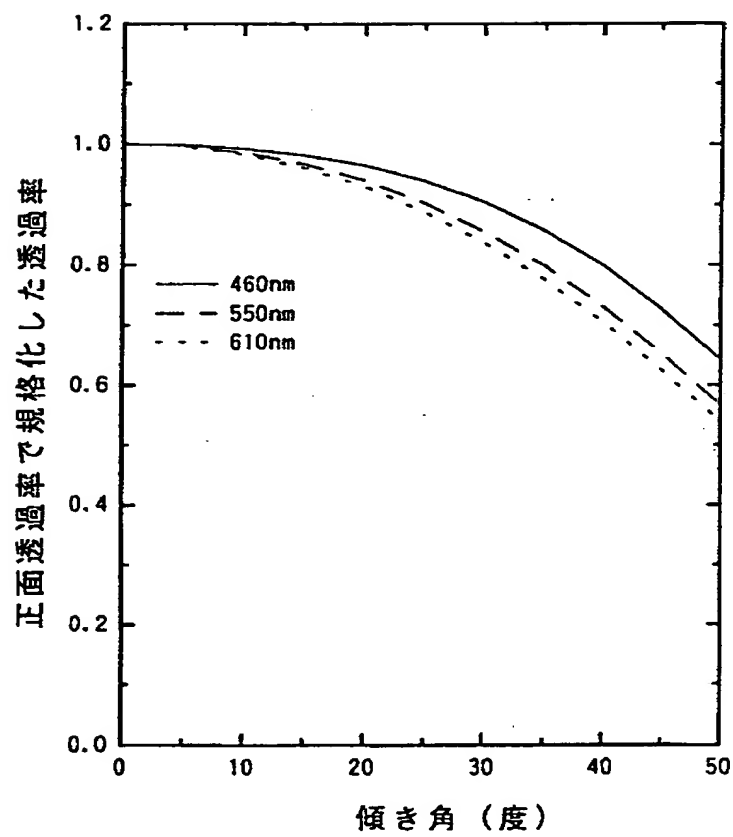
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 斜めから見た場合、方向によっては顕著な色付きが現られ、それにより、例えば写真のような画像データを取り扱う際に、原画の持つイメージが著しく損なわれてしまう。

【解決手段】 液晶層4の厚さを、色層6, 7, 8のそれぞれにおける透過波長によってそれぞれ異なるように構成し、それにより、どの方向からみても全く色付きのない、非常に良好な表示を得る。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004237
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号
【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100070219
【住所又は居所】 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル
8階 若林国際特許事務所
【氏名又は名称】 若林 忠

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社